

PCT

WELTOORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
Internationales Büro



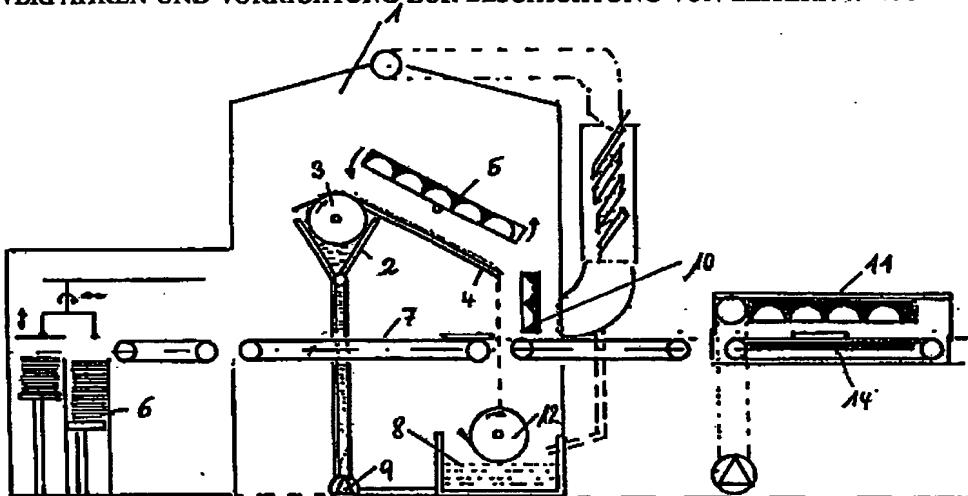
INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 5 : <b>G03F 7/16, B05C 5/00</b>	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 93/14444</b> (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: <b>22. Juli 1993 (22.07.93)</b>
---	----	---

(21) Internationales Aktenzeichen: <b>PCT/EP93/00004</b> (22) Internationales Anmeldedatum: <b>4. Januar 1993 (04.01.93)</b>	(81) Bestimmungsstaaten: JP, KR, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).
(30) Prioritätsdaten: P 42 00 149.8 7. Januar 1992 (07.01.92) DE G 92 01 546.8U 8. Februar 1992 (08.02.92) DE	Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i>
(71) Anmelder ( <i>für alle Bestimmungsstaaten ausser US</i> ): RÜT-GERSWERKE AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Patentabteilung, Mainzer Landstraße 217, D-6000 Frankfurt/Main (DE). (71)(72) Anmelder und Erfinder: SCHÄFER, Hans-Jürgen [DE/DE]; Ritterstraße 36, D-4060 Viersen 12 (DE).	

(54) Titel: METHOD AND DEVICE FOR COATING CIRCUIT BOARDS

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR BESCHICHTUNG VON LEITERPLATTEN



(57) Abstract

The invention permits the production of bubble-free solder resist coatings on circuit boards with high and closely spaced conductor tracks by using a solvent-free photopolymeric lacquer which is heated to pouring consistency by passage over a heated roller with a doctor blade and under an infrared lamp and then poured in the form of a curtain over the cooled circuit boards.

(57) Zusammenfassung

Es werden blasenfreie Lötstopplackbeschichtungen von Leiterplatten bei hohen Leiterzügen und engem Abstand erreicht, indem man von einem fotopolymerisierbaren lösemittelfreien Lack ausgeht, der über eine beheizbare Walze und Rakel mittels Infrarotstrahler auf Gießviskosität erwärmt, und als Lackvorhang auf gekühlte Leiterplatten aufgegossen wird.

ST AVAILABLE COPY

**LEDIGLICH ZUR INFORMATION**

Code, die zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	FR	Frankreich	MR	Mauritanien
AU	Australien	GA	Gabon	MW	Malawi
BB	Barbados	GB	Vereinigtes Königreich	NL	Niederlande
BE	Belgien	GN	Guinea	NO	Norwegen
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	NZ	Neuseeland
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	PL	Polen
BJ	Benin	IE	Irländ	PT	Portugal
BR	Brasilien	IT	Italien	RO	Rumänien
CA	Kanada	JP	Japan	RU	Russische Föderation
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SD	Sudan
CG	Kongo	KR	Republik Korea	SE	Schweden
CH	Schweiz	KZ	Kasachstan	SK	Slowakischen Republik
CI	Côte d'Ivoire	LI	Liechtenstein	SN	Senegal
CM	Kamerun	LK	Sri Lanka	SU	Soviet Union
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	TD	Tschad
CZ	Tschechischen Republik	MC	Monaco	TG	Togo
DE	Deutschland	MG	Madagaskar	UA	Ukraine
DK	Dänemark	ML	Mali	US	Vereinigte Staaten von Amerika
ES	Spanien	MN	Mongolei	VN	Vietnam
FI	Finnland				

**Verfahren und Vorrichtung zur Beschichtung von  
Leiterplatten**

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, ein verbessertes Verfahren und eine Vorrichtung verfügbar zu machen, die es ermöglichen, im Vorhanggießverfahren Leiterplatten mit fotopolymerisierbaren Lacken zu beschichten.

Das Vorhanggießverfahren ist in der Patentschrift US-PS 4 230 793 beschrieben. Zur Erzielung gleichmäßiger Lackschichten ist es erforderlich, eine möglichst niedrige Lackviskosität zu haben. Diese niedrige Viskosität führt jedoch dazu, daß der Lack von den Leiterkanten abläuft (Kantenflucht), und somit eine ungenügende Kantenabdeckung erzielt wird.

Dieses Problem ist in der EP-A 0 075 537 beschrieben und durch Zugabe von feinteiligem Füllstoff gelöst. Die erforderliche Viskosität von 380 mPa·s wird durch Zugabe von Lösemitteln erst bei einem Festkörpergehalt von 33 bis 40 % erreicht.

---

Die hohen Lösemittelanteile machen eine sehr langsame und aufwendige Trocknung erforderlich. Es besteht

- 2 -

insbesondere bei engen und hohen Leitern die Gefahr von Luftblasen und Lösemitteleinschlüssen.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, eine umweltfreundliche Möglichkeit zur Beschichtung von Leiterplatten bereitzustellen, die vorzugsweise im Vorhanggießverfahren angewendet wird, die mit möglichst wenig oder sogar ohne Lösemittel durchgeführt werden kann und bei der selbst bei hohen und engen Leitern der Einschluß von Luftblasen und Lösemittelresten minimiert ist.

Es ist ferner Aufgabe der Erfindung, eine möglichst gleichmäßige Beschichtung mit einer nur minimalen Kantenflucht zu erzielen.

Die Lösung der Aufgabe erfolgt durch ein Verfahren gemäß der Ansprüche 1 bis 4 und durch eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens gemäß der Ansprüche 5 bis 10.

Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist daher ein Verfahren, welches von einem lösemittel-armen oder lösemittelfreiem fotopolymerisierbaren Lack ausgeht, dessen Viskosität durch kurzzeitiges Erhitzen in einer erfindungsgemäßen Vorrichtung herabgesetzt wird und der dann in Form eines aufgeheizten Lackvorhangs auf eine gekühlte Leiterplatte trifft, die durch diesen hindurchgeschossen wird.

Beim erfindungsgemäßen Verfahren werden fotopolymerisierbare, lösemittel-arme bis -freie Lacksysteme mit einem Feststoffanteil von 80 bis

- 3 -

100 Gew.-%, bevorzugt von 85 bis 95 Gew.-% mit einer beheizbaren Walze aus einer auf 60 bis 80 °C temperierten Wanne geschöpft und über eine beheizte Rakel bei Temperaturen von 60 bis 90 °C, vorzugsweise bei 70 bis 80 °C entgast und durch Infrarotstrahler kurzfristig erhitzt und zum Fließen gebracht.

Im laufenden Prozeß entsteht durch das Abfließen des auf 100 bis 160 °C erhitzten Lacksystems, der eine Viskosität von 100 bis 500 mPa·s, bevorzugt von 100 bis 180 mPa·s hat von einer Schrägrakel, ein Flüssigkeitsvorhang, durch den die Leitplatten mit einer Geschwindigkeit von bevorzugt 150 bis 300 m/min hindurchbewegt und dabei beschichtet werden. Es werden dabei Lackschichten mit einer Dicke von 5 bis 30 µm erreicht.

Erfnungsgemäß sind die zu beschichtenden Leiterplatten nicht erwärmt sondern vielmehr auf eine Temperatur im Bereich von -20 bis +25 °C, bevorzugt von -10 bis +10 °C gekühlt.

Die erfundungsgemäß eingesetzten Lacke haben bei 20 °C eine Viskosität von 10 000 bis 150 000 mPa·s. Da sie keine oder nur geringe Mengen an Lösemitteln enthalten können, sind zur Viskositätseinstellung keine Füllstoffe notwendig. Allenfalls aus wirtschaftlichen Gründen kann das Lacksystem bis zu 50 Gew.-%, bevorzugt bis zu 10 Gew.-% feinteilige, an sich bekannte Füllstoffe enthalten.

---

Die bevorzugten Bindemittel für die fotohärtenden Lacke sind solche, die sowohl fotohärtende, ungesättigte Gruppen enthalten als auch thermisch vernetzbare, wie

- 4 -

etwa Epoxidgruppen. Dadurch wird es ermöglicht, die beschichteten Platten durch Strahlung vorzuvernetzen und nachfolgend durch thermische Behandlung eine Endhärtung zu erreichen. Derartige Bindemittel sind z. B. aus EP-B 0 194 360 bekannt.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung für die Beschichtung von Leiterplatten ist eine Beschichtungsmaschine bei der in einer Beschichtungsanlage für das Vorhanggießverfahren oberhalb des Transportbandes (7) für die Leiterplatten eine beheizbare Walze (3) in einer rinnenförmigen, beheizbaren Wanne (2) angeordnet ist, daß an die Walze eine beheizbare Rakel (4) angebracht ist, über dem parallel zur Rakel Infrarotstrahler (5) angebracht sind.

Die beheizbare Walze hat einen Durchmesser von etwa 10 bis 30 cm und die rinnenförmige Wanne einen etwa 2 bis 5 cm größeren Durchmesser. Die beheizbare Rakel ist abwärts geneigt angeordnet und etwa 30 bis 70 cm lang und dient als Abflußblech, bei dem der Lack in dünner Schicht entgast und aufgeheizt werden kann. Zusätzlich zu dieser Rakel ist an die Walze noch mindestens eine Abstreifrakel angebracht, die breiten - und/oder dickenverstellbar ist. Der beheizbaren Wanne vorgeschaltet sind ein kühlbarer Vorratsbehälter (8) und eine Dosiervorrichtung (9). Der Vorratsbehälter dient gleichzeitig als Auffangbehälter für den, von der Rakel abgeflossenen, nicht für Beschichtungen verbrauchten Lack.

---

In der bevorzugten Ausführung ist am Ende der beheizbaren Rakel senkrecht mindestens ein Infrarotstrahler (10) angeordnet, mit dem die

- 5 -

Temperatur des fließenden Lackvorhangs gesteuert werden kann.

Dem Transportband für die Leiterplatten ist ein Kühl speicher (6) vorgeschaltet, der die Leiterplatten auf die gewünschte Temperatur kühlt.

Bei Betrieb der erfindungsgemäßen Vorrichtung schöpft die beheizbare Walze (3) aus einer temperierten, rinnenförmigen Lackwanne (2) Lack. Dieser Lackfilm wird mit einer beheizten Rakel (4) von der Walze abgenommen. Über der Rakel ist ein Infrarotstrahler (5) angebracht, der mittig aufgehängt ist. Durch geeignete Halterungen, insbesondere durch Schrägstellung lässt sich so ein variabler Strahlerabstand einstellen, der am Rakelanfang am geringsten ist. Die Strahlungstemperatur wird mit 160 bis 220 °C so eingestellt, daß eine gute IR-Absorption des Lackes gewährleistet ist. Dieser wird nun bei einer Fließgeschwindigkeit von 2 bis 4 l/min in 1 bis 2 sek. auf 100 bis 160 °C erwärmt, ohne daß er überhitzt wird. Durch die erfindungsgemäße Anordnung des Strahlers und der mit einer verchromten Oberfläche versehenen Rakel ist es möglich, den Lackfilm gezielt aufzuheizen. Da diese von einem flüssigen Medium durchflossen wird, sorgt dieses bei Überhitzung des Films für deren Kühlung.

Je nach Einstellung der Infrarotstrahler kann es, insbesondere bei reaktiven Lacken, vorteilhaft sein, die Temperatur des Lackes erst während des Falles von der Rakelkante auf die Leiterplatte noch zu erhöhen. dies erfolgt durch mindestens einen weiteren, am Ende der beheizbaren Rakel senkrecht, d. h., parallel zum Vorhang angebrachten Infrarotstrahler (10).

- 6 -

Da es sich bei fotopolymerisierbaren Lacken um thermisch sehr instabile Verbindungen handelt, ist bei ihrer Verarbeitung nur eine kurzzeitige Erhitzung erlaubt. Mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist es erstmals möglich, den Lack schnell auf Gießtemperatur aufzuheizen, ohne die Temperatur zu überschreiten, bei der die Polymerisation einsetzt.

Dieser nach dem IR-Aufschmelzen auf eine Viskosität von 100 bis 500 mPa·s herabgesetzte Lack fließt eine etwa 20 bis 70 cm lange Schrägrakel herunter, und fällt als Vorhang auf die Leiterplatte, die mit einer Geschwindigkeit von 150 bis 300 m/min, bevorzugt mit einer Geschwindigkeit von 250 bis 300 m/min hindurchgeführt wird.

Nach bisherigem Stand der Technik führt eine niedrige Viskosität des Lackes zu einer geringen Kantenabdeckung der Leiterzüge. Dieses Problem wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Leiterplatten nicht wie bisher üblich vor der Beschichtung erwärmt werden.

Es wurde überraschenderweise gefunden, daß nach dem erfindungsgemäßen Verfahren eine Erwärmung nicht erforderlich ist. Es wurde im Gegenteil festgestellt, daß sich eine vorherige Abkühlung der Leiterplatten positiv auf das Beschichtungsergebnis auswirkt. Die Lackviskosität steigt nach dem Auftreffen auf die Leiterplattenoberfläche schlagartig an, so daß insbesondere durch die gute Wärmeleitfähigkeit der Kupferleiter ein Ablaufen von den Kanten vermieden wird.

- 7 -

Enge Abstände zwischen hohen Leitern können nach dem erfindungsgemäßem Verfahren fehlerfrei beschichtet werden, ohne daß es zu Lösemittelleinschlüssen kommt. Eventuell noch vorhandene Luft und Restlösemittel werden erfindungsgemäß in einem nachgeschalteten IR-Strahlungsofen (11) unter Vakuum entfernt. Dieser evakuierbare IR-Ofen erhitzt die Lackoberfläche, wobei über die gewählte Strahlertemperatur die bevorzugt zwischen 60 bis 180 °C liegt, die Lackviskosität einstellbar ist, bei der eine gute Vakuumentgasung gewährleistet ist. Die vorherige Kühlung der Leiterplatte führt dazu, daß die Strahlung von den Leiterzügen nicht aufgenommen wird. Der Lack an den Leiterflanken wird am geringsten erwärmt und kann daher nicht ablaufen. In den Tälern zwischen den Leitern wird hingegen eine wirksame Vakuumentgasung ermöglicht.

Anschließend werden die Schaltungen in bekannter Weise im off-Kontakt, bzw. soft-Kontaktverfahren mit UV-Licht der Wellenlänge 350 bis 400 nm belichtet, entwickelt und endausgehärtet.

Als Bindemittel können fotopolymerisierbare Harze unterschiedlichen chemischen Aufbaus verwendet werden, wie sie dem Fachmann bekannt sind. Es können lösemittel-arme bis -freie Lacke eingesetzt werden, abhängig vom mittlerem Molekulargewicht des Harzrohstoffes. Gleichzeitig hat das mittlere Molekulargewicht Auswirkungen auf den Erweichungspunkt des physikalisch getrockneten Lackes. Während z. B. ein lösemittelfreier Lack mit einem mittleren Molekulargewicht von 500 nach der Beschichtung vor der Belichtung eine klebrige Lackschicht ergibt, läßt sich mit Bindemitteln, die ein mittleres Molekulargewicht

- 8 -

von größer 3 000 haben, ein klebfreier Lackfilm erzeugen. Es wurde nun gefunden, daß das erfindungsgemäße Verfahren durch die Erzeugung eines lösemittelfreien Lackfilms die Möglichkeit eröffnet, durch die Herabsetzung des Molekulargewichts einen höheren Lackfestkörper zu erzielen, ohne daß der Lackfilm vor dem Belichten bei Raumtemperatur klebt. Es lassen sich somit Lacke mit einem Festkörpergehalt von mehr als 80 Gew.-% herstellen, die nach der Beschichtung nicht mehr die bisher üblichen 3 bis 5 % Restlösemittel im Lackfilm enthalten und die somit eine klebfreie Lackschicht ergeben.

Da es erfindungsgemäß nicht erforderlich ist, den Lack, zur Erzielung einer besseren Kantenabdeckung der Leiter mit Füllstoffen zu thixotropieren, kann auf Füllstoffe weitestgehend verzichtet werden. Es wurde außerdem gefunden, daß ein Zusatz von Epoxisilan, wie er zur Faserausrüstung bei GFK-Verbundmaterialien verwendet wird, die Metallhaftung des Lackes deutlich erhöht. Ferner hat sich gezeigt, daß bei lösemittelfreien Lacken im Gegensatz zu DE-A 36 13 107 der Zusatz von Reaktivverdünner nicht höher als 5 % sein sollte, da der Lackfilm sonst an Elastizität verliert und bei der Lötbelastung reißt, bzw. abplatzt.

Für solche Bindemittel, die neben den fotohärtenden, ungesättigten Gruppen noch freie Epoxidgruppen enthalten, hat sich für die thermische Härtung die Gruppe der Phenolnovolake als geeignete Härterkomponente herausgestellt. Es wurde hiermit eine lange Gebrauchsduauer bei 40 bis 50 °C sowie eine hohe Härtungsgeschwindigkeit erzielt.

- 9 -

Die füllstofffreie Lackeinstellung gemäß Beispiel 3 hat in Zusammenhang mit der Härtung von o-Kresolnovolak zu einer Lötstopplackschicht beigetragen, die eine wesentlich geringere Lötperenaffinität aufweist.

Beispiel 1

Fotopolymerisierbarer Lötstopplack mit einem Festkörper von 85 bis 95 %, Harz A gemäß EP-B 0 194 360 mit einem Molekulargewicht von 1 500 bis 2 000.

80,00 Gew.-Teile	Harz A 85 %
2,00 Gew.-Teile	Ethylanthrachinon
0,50 Gew.-Teile	Phthalocyanin grün
1,00 Gew.-Teil	Epoxisilan Z 6040 (Dow Corning)
8,00 Gew.-Teile	Bisphenol A-Novolak
1,00 Gew.-Teil	2-Ethyl-4-methylimidazol
1,00 Gew.-Teil	Byk™-361 Verlaufsmittel
0,50 Gew.-Teile	Byk™-055 Entschäumer
3,00 Gew.-Teile	Bariumsulfat
<u>3,00 Gew.-Teile</u>	<u>Mikrotalkum</u>
<u>100,00 Gew.-Teile</u>	<u>= 88 Gew.-%</u>

- 10 -

Beispiel 2

Fotopolymerisierbarer Lötstopplack mit einem Festkörper von 90 bis 95 %, Harz B gemäß EP-B 0 194 360 mit einem Molekulargewicht von 1 000 bis 1 500.

80,00 Gew.-Teile	Harz B Festkörper 90 %
2,00 Gew.-Teile	Ethylanthrachinon
0,50 Gew.-Teile	Phthalocyanin grün
1,00 Gew.-Teil	Epoxisilan Z 6040 (Dow Corning)
9,00 Gew.-Teile	Polyhydroxystyrol (80 %)
1,00 Gew.-Teile	2-Ethyl-4-methylimidazol
0,50 Gew.-Teile	Byk®-361 Verlaufsmittel
0,50 Gew.-Teile	Byk®-055 Entschäumer
2,50 Gew.-Teile	Bariumsulfat
<u>3,00 Gew.-Teile</u>	<u>Mirkotalkum</u>
<u>100,00 Gew.-Teile</u>	<u>= 93 Gew.-%</u>

Beispiel 3

Fotopolymerisierbarer Lötstopplack mit einem Festkörper von 95 bis 100 %, Harz C gemäß EP-B 0 194 360 mit einem Molekulargewicht von 500 bis 700.

80,00 Gew.-Teile	Harz C Festkörper 100 %
4,00 Gew.-Teile	Triethylpropantriacrylat
2,00 Gew.-Teile	Ethylanthrachinon
0,30 Gew.-Teile	Epoxisilan Z 6040 (Dow Corning)
0,50 Gew.-Teile	Phthalocyanin grün
<u>11,50 Gew.-Teile</u>	<u>o-Kresolnovolak</u>
1,00 Gew.-Teil	2-Ethyl-4-methylimidazol
0,30 Gew.-Teile	Byk®-361 Verlaufsmittel
<u>0,40 Gew.-Teile</u>	<u>Byk®-055 Entschäumer</u>
<u>100,00 Gew.-Teile</u>	<u>= 99 Gew.-%</u>

- 11 -

Die Lackmischungen gemäß der Beispiele 1 bis 3 werden zur Durchführung des erfindungsgemäßen Beschichtungsverfahrens in die erfindungsgemäße Vorrichtung gegeben. Hier werden sie in einem Lackvorratsbehälter auf ca. 30 bis 50 °C aufgewärmt. die Viskosität beträgt ca. 1 000 bis 5 000 mPa·s. Mit dieser Viskosität werden sie in die beheizte Lackwanne (2) gepumpt, deren Wandung auf 70 °C aufgewärmt ist. In dieser Lackwanne (2), die zwecks optimaler Lackverteilung V-förmig mit einem Winkel von 60 ° ausgebildet ist, wird der Lack von unten über eine schlitzförmige Bodenöffnung hineingepumpt. In dieser Wanne (2) ist eine beheizte Walze (3) so angeordnet, daß der Abstand zum äußersten Wannenrand auf 0 gefahren werden kann. Somit kann durch eine definierte Spalteinstellung die Mitnahme von Lack gezielt eingestellt werden. Die beheizte Walze (3) hat eine Temperatur von 80 °C.

Der Lack wird von der Walze aufgenommen und auf eine beheizte Schrägrakel (4) übertragen. Die Walze (3) und die Rakel (4) haben verchromte Oberflächen und werden von flüssigen Heizmedien durchströmt. Die Rakel (4) hat eine Temperatur von 80 °C.

Zum schnellen Aufheizen des Lackfilms ist über der Rakel (4) ein Infrarotstrahler (5) angebracht. Es hat sich herausgestellt, daß eine Strahlertemperatur von 160 bis 220 °C eine gute IR-Absorption des Lackes gewährleistet. Der Lack fließt nun durch die Viskositätserniedrigung die Schrägrakel (4) herunter und fällt in Form eines Vorhangs auf die Leiterplatten, die mit einer Geschwindigkeit von 150 bis 300 m/min hindurchbewegt werden. Diese Leiterplatten werden vor

- 12 -

der Beschichtung in einer Bimsmehlbürstanlage gereinigt und entgegen der bisherigen Praxis nicht erwärmt, sondern durch einen Kühlspiecher (6) auf +25 °C bis -20 °C, bevorzugt auf +10 °C bis -10 °C gekühlt. Anschließend gelangt diese Platte in den geschlossenen Beschichtungsraum (1) der mit Inertgas gefüllt ist. Nach dem Verlassen des Beschichtungsraumes wird die beschichtete Leiterplatte in einen evakuierbaren Strahlungsofen (11) transportiert.

In diesem Strahlungsofen (11) werden restliche Lösemittel- und Lufteinschlüsse entfernt. Die lösemittelfreie und luftblasenfreie Lackschicht kann nun je nach ihrem Zustand (klebrig oder klebfrei) im off-Kontaktverfahren oder im soft-Kontaktverfahren im UV-Licht bei einer Wellenlänge von 350 bis 400 nm belichtet werden. Die Entwicklung ist vom Lacksystem abhängig und kann in an sich bekannter Weise mit Lösemitteln oder wäßrig-alkalisch erfolgen.

Der überschüssige Lack wird mit einer Kühlwalze (12) wieder auf Verfahrenstemperatur von 30 bis 50 °C heruntergekühlt und in das Vorratsgefäß zurückgeleitet.

Neben Lötstopplacken lassen sich bevorzugt auch lösemittelfreie Ätzresiste auftragen. Hiermit lassen sich die Bohrungen der Leiterplatten überdecken. Es wird hierdurch ein Ersatz der Festresistfolien erreicht. Die besondere Flexibilität durch die verlustfreie und dickenvariable Auftragstechnik führt zu erheblichen Kosteneinsparungen.

- 13 -

Beispiel 4

Fotopolymerisierbarer Ätzresist mit einem Festkörper von 95 bis 100 %; Harz C gemäß EP-B 0 194 360 mit einem Molekulargewicht von 500 bis 700.

94,50 Gew.-Teile	Harz C 100 %
3,00 Gew.-Teile	Ethylanthrachinon
1,50 Gew.-Teile	Byk™-361 Verlaufsmittel
0,50 Gew.-Teile	Byk™-055 Entschäumer
<u>0,50 Gew.-Teile</u>	<u>Savinylblau</u>
100,00 Gew.-Teile	= 99 Gew.-%

Dieser Ätz- und Galvanoresist ist mit Lösemitteln entwickelbar und alkalisch strippbar.

Da lösemittelfreie Lacke keinen klebfreien Lackfilm vor dem Belichten ergeben und somit im off-Kontaktverfahren belichtet werden müssen, kann nur eine Seite belichtet werden, was zu einer erheblichen Kapazitätseinbuße führt. Andererseits ist es für die Feinstleitertechnologie nötig, mit sogenanntem kaltem UV-Licht bei 20 bis 23 °C zu belichten, um eine höchstmögliche Reproduzierbarkeit zu erreichen. Während übliche UV-Belichter noch einen hohen Infrarotanteil haben, der trotz intensiver Kühlung das Substrat auf 40 bis 50 °C aufwärmst.

Es hat sich überraschenderweise herausgestellt, daß mit einem Belichter mit kaltem UV-Licht bei aus Lösung applizierten Resisten ungewöhnlich lange Belichtungszeiten erforderlich waren. Bei der Untersuchung dieses Phänomens hat sich herausgestellt,

- 14 -

daß die nach der Trocknung noch verbliebenen Lösemittelanteile von 3 bis 5 % als Inhibitor die UV-Härtung verzögern, bzw. völlig behindern. Diese Restlösemittel werden bei den bisher üblichen Belichtern durch den IR-Anteil im UV-Licht offensichtlich soweit entfernt, daß die Härtung nicht mehr behindert wird. Daher wird zur Erzielung höchster Präzission in der Feinstleitertechnik insbesondere bei Multilayerinnenlagen das sogenannte Accutraceverfahren eingesetzt. Hier wird ein lösemittelfreier Lack mit einem Rollercoater appliziert und dann im off-Kontaktverfahren belichtet. Der Nachteil dieses Verfahrens liegt in der off-Kontaktbelichtung, die nur die Hälfte der Kapazität ermöglicht, sowie in der Tatsache, daß sogenannte "via holes" nicht mehr überdeckt werden können. Für aus Lösung applizierte Lacke besteht ebenfalls das Problem der "via holes", die nicht überdeckt werden können, damit die Lochwandungen beim Ätzen geschützt sind.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ist es möglich, diese Probleme zu lösen. Während mit einer Lackrezeptur gemäß Beispiel 4 eine Lochüberdeckung bis 1,5 mm möglich ist, kann mit einer festkörperreichen sogen. "high solid" Lackmischung eine klebfreie Beschichtung erreicht werden, die eine beidseitige Belichtung im Kontaktverfahren ermöglicht, wobei durch die Lösemittelfreiheit des Lackfilms eine Härtung im kalten UV-Licht gewährleistet ist.

- 15 -

Beispiel 5

Fotopolymerisierbarer Ätzresist mit einem Festkörper von 80 bis 85 %, Harz E gemäß EP-B 0 194 360 mit einem Molekulargewicht von 2 000 bis 2 500.

88,00 Gew.-Teile	Harz E 80 %
7,00 Gew.-Teile	MgO
3,00 Gew.-Teile	Ethylanthrachinon
1,00 Gew.-Teil	Byk™-361 Verlaufsmittel
0,50 Gew.-Teile	Byk™-055 Entschäumer
<u>0,50 Gew.-Teile</u>	<u>Savinyblau</u>
<u>100,00 Gew.-Teile</u>	<u>= 82 Gew.-%</u>

Der Ätzresist gemäß Beispiel 5 wird mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung aufgebracht und das Restlösemittel im Vakuumofen entfernt. Als besonders nachteilig ist bislang, daß es mit der Vorhangbeschichtung nicht möglich ist, eine Schichtdicke von 60 µm zu unterschreiten. Dies ist einerseits auf die minimalste Vorhangdicke zurückzuführen, die aus Stabilitätsgründen nicht unterschritten werden kann, andererseits kann die Beschichtungsgeschwindigkeit nicht über 200 m/min erhöht werden, ohne daß die auf einem Transportband liegenden Leiterplatten beim Auftreffen auf den Lackvorhang springen und eine gleichmäßige Beschichtung somit nicht möglich ist. Es wurde nun gefunden, daß mit Beschichtungsgeschwindigkeiten von 250 bis 300 m/min Lackschichten von 5 bis 30 µm erzielbar sind. Hierzu wird eine erfindungsgemäße Vorrichtung benutzt, die als Beschichtungsschlitten bezeichnet werden kann.

- 16 -

Die Multilayerinnenlagen werden mit Vakumsaugern am Rand gehalten. Diese Vakuumsauger sind auf je zwei mit einem Kniegelenk ausgestatteten Halterungen montiert, die ihrerseits auf Schienen geführt werden, die außerhalb des Lackvorhangs installiert sind. Die so befestigte Leiterplatte oder Multilayerinnenlage kann nun mit hoher Geschwindigkeit unter dem Vorhang hindurch bewegt werden, ohne daß es zu Beschichtungsstörungen kommt. Dieser Beschichtungsschlitten kann auch außer in 90 ° zum Vorhang in 70 ° oder 110 ° geführt werden, wobei hier bestimmte Beschichtungseffekte erzielt werden können. Die so erzielten Ätzresistschichten von 5 bis 30 µm sind nach der Trocknung im Vakuumofen klebfrei und lassen sich beidseitig im Kontaktverfahren im kalten UV-Licht bei einer Wellenlänge von 300 bis 450 nm belichten. Die Entwicklung erfolgt in Lösemitteln, wobei sich Butyldiglykol als besonders geeignet herausgestellt hat. Nach dem Ätzen in sauren bis schwach alkalischen Ätzlösungen, wird alkalisch bei pH 10 bis 14 gestript.

Dieses Verfahren macht es erstmalig möglich, die Vorteile der Flüssigresistbeschichtung (hohe Bildauflösung, gute Haftung) zu nutzen, ohne auf die bisher nur von den Festresistfolien erfüllten Forderungen der Lochüberdeckung verzichten zu müssen.

Bei der beidseitigen Beschichtung und Belichtung ist es insbesondere wichtig, die Leiterplatte vor der zweiten Beschichtung zu kühlen und die bereits beschichtete Seite beim Trocknen im Vakuumstrahlungsofen klebfrei zu halten. Außerdem soll eine Erwärmung der Leiterplatte vor der Belichtung auf über 25 °C vermieden werden.

- 17 -

Dies wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der Boden des Vakuumstrahlungsofens mit einer verchromten Kühlplatte (14) ausgestattet ist, die ein Aufwärmen der Leiterplatte während der IR-Strahlungseinwirkung sowie ein Kleben der ersten Lackschicht verhindert.

Beispiel 6 (Verfahrensbeispiel)

Lackrezeptur	fotopolym. Lötstopplack Beispiel 3	fotopolym. Ätzresist Beispiel 5
Viskosität mPa·s 20 °C	150 000	80 000
Gießtemperatur °C	80	70
Gießviskosität mPa·s	150	170
Fließgeschwindigkeit l/min	3	3
Leiterplattentemperatur °C	-10	+15
Beschichtungsgeschwindigkeit	180 m/min	250 m/min
Lackauftrag g/m²	80	25
Rakel/Walzentemperatur °C	80	80
Strahlertemperatur °C	180	180
Kühlwalzentemperatur °C	+10	+10
Strahler Vakuumofen °C	130	130
Vakuumzeit	20	40.
Kühlplatte °C	+10	+10
Lackoberfläche bei 20 °C	klebrig	trocken
Belichtung (390 nm)	20	10
Belichtungsart	off-Kontakt	Kontakt
Entwicklung in Butyldiglykol	60	60
Aushärtung bei 150 °C (min)	60	---

- 18 -

Meßergebnisse:

Leiterzughöhe $\mu\text{m}$	80	---
Leiterzugbreite $\mu\text{m}$	100	---
Kantenabdeckung	57 %	---
Restlösungsmittel %	0	0,01
Lötbad bei 290 °C	90	---
Auflösung/Ätzkeil $\mu\text{m}$	---	20

**Patentansprüche**

1. Verfahren zur Beschichtung von Leiterplatten mit fotopolymerisierbaren Lacken im Vorhanggießverfahren, dadurch gekennzeichnet, daß ein Lacksystem mit hohem Feststoffanteil von 80 bis 100 Gew.-%, vorzugsweise von 85 bis 95 Gew.-% mittels einer beheizbaren Walze (3) aus einer temperierten Wanne (2) von 40 bis 60 °C entnommen und auf eine auf 60 bis 90 °C, vorzugsweise auf 70 bis 80 °C beheizte Rakel (4) aufgebracht, durch Infrarotstrahler (5) zum Fließen gebracht, und anschließend mit einer Viskosität von 100 bis 500 mPa·s auf gekühlte Leiterplatten von -20 bis +25 °C, vorzugsweise von -10 bis +10 °C gegossen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß fotopolymerisierbare Lacke mit einer Viskosität von 10 000 bis 150 000 mPa·s bei 20 °C eingesetzt werden, die vorzugsweise 0 bis 10 Gew.-%, maximal jedoch 50 Gew.-% Füllstoffe, bezogen auf das Harzsystem, enthalten.
3. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß fotopolymerisierbare Lacke zur

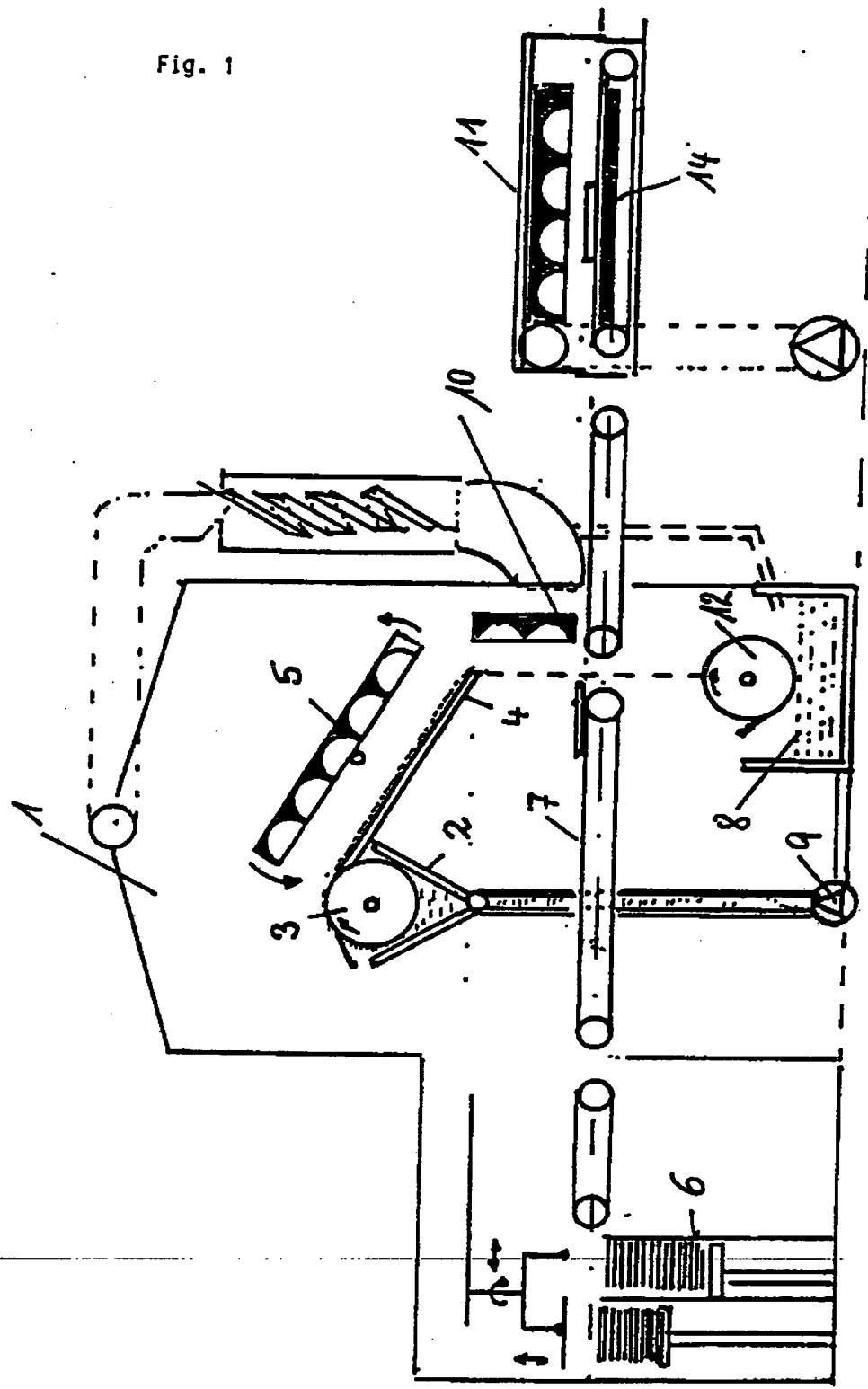
Erzielung von Lackschichten im Bereich von 5 bis 30 µm mit einem Beschichtungsschlitten unter dem Lackvorhang mit einer Geschwindigkeit von 250 bis 300 m/min hindurch bewegt werden.

4. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der überschüssige Lack mit einer Kühlwalze (12) auf eine Verfahrenstemperatur von 30 bis 50 °C heruntergekühlt wird.
5. Vorrichtung zur Beschichtung von Leiterplatten mit fotopolymerisierbaren Lacken im Vorhanggießverfahren, dadurch gekennzeichnet, daß in einer Beschichtungsanlage für das Vorhanggießverfahren oberhalb des Transportbandes für die Leiterplatten (7) eine beheizbare Walze (3) in einer rinnenförmigen, beheizbaren Wanne angeordnet ist, daß an die Walze eine beheizbare Rakel (4) angebracht ist, über der parallel zum Rakel Infrarotstrahler (5) angebracht sind.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß auf der beheizbaren Walze mindestens eine zusätzliche breitenverstellbare Abstreifrakel angebracht ist.
7. Vorrichtung nach den Ansprüchen 5 und 6, dadurch gekennzeichnet, daß dem Transportband für die Leiterplatten ein Kühlspeicher (6) vorgeschaltet ist.
8. Vorrichtung nach den Ansprüchen 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß am Ende der beheizbaren Rakel

senkrecht mindestens ein Infrarotstrahler (10) installiert ist.

9. Vorrichtung nach den Ansprüchen 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der beheizbaren Wanne (2) in kühlbarer Vorratsbehälter (8) und eine Dosiervorrichtung (9) vorgeschaltet sind.
10. Vorrichtung nach den Ansprüchen 5 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Infrarotstrahler im Temperaturbereich von 160 bis 220 °C betreibbar sind und daß durch geeignete Halterungen ein variabler Strahlerabstand ermöglicht wird.

Fig. 1



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP 93/00004

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

Int.Cl. 5 G03F7/16; B05C5/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. 5 G03F ; B05C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP,A,0 002 040 (CIBA-GEIGY AG) 30 May 1979 cited in the application see page 9, line 9 - line 30 --	1-10
Y	US,A,4 791 004 (FUMIYUKI SUZUKI ET AL.) 13 December 1988 see figure --	1-10
Y	US,A,3 496 699 (VERNON K. QUARVE) 24 February 1970 see column 1, line 14 - line 21 --	1-10
P,X	DE,U,9 201 546 (SCHÄFER, HANS-JÜRGEN) 21 May 1992 see the whole document -- --.-.--.-	1-10

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	
"A"	document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E"	earlier document but published on or after the international filing date
"L"	document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O"	document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P"	document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T"	later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&"	document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
7 April 1993 (07.04.93)Date of mailing of the international search report  
26 April 1993 (26.04.93)Name and mailing address of the ISA/  
European Patent Office  
Facsimile No.

Authorized officer

Telephone No.

**ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT  
ON INTERNATIONAL PATENT APPLICATION NO.**

**EP 9300004  
SA 68498**

This annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report.  
The members are as contained in the European Patent Office EPO file on  
The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information. 07/04/93

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
EP-A-0002040	30-05-79	AT-B-	367943	10-08-82
		CA-A-	1118530	16-02-82
		JP-B-	1057516	06-12-89
		JP-C-	1657510	21-04-92
		JP-A-	54082073	29-06-79
		SU-A-	890997	15-12-81
		US-A-	4230793	28-10-80
US-A-4791004	13-12-88	JP-A-	62273081	27-11-87
US-A-3496699	24-02-70	BE-A-	688619	31-03-67
		US-A-	3441013	29-04-69
DE-U-9201546	21-05-92	None		

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationaler Recherchebericht

PCT/EP 93/00004

## I. KLASSEFIKATION DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS (je mehrere Klassifikationszeichen darf alle angegeben)

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC  
**Int.Kl. 5 G03F7/16; B05C5/00**

## II. RECHERCHIERTE SACHGEBiete

Recherchierte Ministerienstelle?

Klassifikationsystem	Klassifikationszeichen
Int.Kl. 5	G03F ; B05C

Recherchierte nicht zum Ministerienstall gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen:

## III. EINSCHLAGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN

Art <sup>a</sup>	Bezeichnung der Veröffentlichung <sup>b</sup> , soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile <sup>c</sup>	Ber. Ansprech Nr. <sup>d</sup>
Y	EP,A,0 002 040 (CIBA-GEIGY AG) 30. Mai 1979 in der Anmeldung erwähnt siehe Seite 9, Zeile 9 - Zeile 30 ---	1-10
Y	US,A,4 791 004 (FUMIYUKI SUZUKI ET AL.) 13. Dezember 1988 siehe Abbildung ---	1-10
Y	US,A,3 496 699 (VERNON K. QUARVE) 24. Februar 1970 siehe Spalte 1, Zeile 14 - Zeile 21 ---	1-10
P,X	DE,U,9 201 546 (SCHÄFER, HANS-JÜRGEN) 21. Mai 1992 siehe das ganze Dokument ---	1-10

<sup>a</sup> Bessondere Kategorien von ungeprüften Veröffentlichungen<sup>10</sup>:<sup>b</sup> "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besondere Novitäten anzusehen ist<sup>c</sup> "T" älteres Dokument, das jedoch erst so oder auch dann internationalen Anmelderelium veröffentlicht wurde<sup>d</sup> "L" Veröffentlichung, die gezeigt ist, dass ein Prinzipiellversuch zu gewissen Ergebnissen zu führen, oder die die das Veröffentlichungsprinzip einer anderen im Recherchebericht nicht genannter Veröffentlichung bringt werden soll oder die aus einem anderen Gründen hierauf gegeben ist (wie z. z. d. h.)<sup>e</sup> "O" Veröffentlichung, die sich auf eine ständliche Offizierung, eine Beisetzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahme bezieht<sup>f</sup> "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldatum, aber nach dem konsolidierenden Prinzipdokument veröffentlicht wurde<sup>10</sup> "T" Spätere Veröffentlichungen, die nach dem Internationalen Anmeldatum oder dem Prinzipdokument veröffentlicht werden ist und mit der Anmeldung nicht identisch, sondern nur zum Veröffentlichung des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der für zugrundeliegenden Theorie unvergänglich ist<sup>g</sup> "T" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die hinsichtlich Erfindung ihnen nicht als neu oder auf erfinderischer Weise leicht heranzuholen ist<sup>h</sup> "V" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die hinsichtlich Erfindung ihnen nicht als auf erfinderischer Weise leicht heranzuholen ist, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Artigkeit in Verbindung gebracht wird und diese Veröffentlichung für diese Erfindung unabhängig ist<sup>i</sup> "A" Veröffentlichung, die Mitglied desselben Patentfamilie ist

## IV. BEKÄMPFUNG

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche	Abschlußdatum des Internationalen Rechercheberichts
07.APRIL 1993	16.04.93
Internationaler Recherchebericht	Unterschrift des bevollmächtigten Bediensteten
EUROPAISCHES PATENTAMT	RASSCHAERT A.

**ANHANG ZUM INTERNATIONALEN RECHERCHENBERICHT  
ÜBER DIE INTERNATIONALE PATENTANMELDUNG NR.**

**EP 9300004  
SA 68498**

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten internationalen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
Diese Angaben dienen nur zur Orientierung und erfolgen ohne Gewähr.

**07/04/93**

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP-A-0002040	30-05-79	AT-B- 367943 CA-A- 1118530 JP-B- 1057516 JP-C- 1657510 JP-A- 54082073 SU-A- 890997 US-A- 4230793	10-08-82 16-02-82 06-12-89 21-04-92 29-06-79 15-12-81 28-10-80
US-A-4791004	13-12-88	JP-A-	62273081
US-A-3496699	24-02-70	BE-A- 688619 US-A- 3441013	31-03-67 29-04-69
DE-U-9201546	21-05-92	Keine	

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record.**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.  
As rescanning these documents will not correct the image  
problems checked, please do not report these problems to  
the IFW Image Problem Mailbox.**